نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۹، ص. ۹۳۲-۹۲۱

Journal of Water and Soil
Vol. 34, No. 4, Sept-Oct 2020, p. 921-932

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کاشت نخل خرمای کبکاب در استان فارس

حجت دیالمی[1]- جوادگیوی[2]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۰۵

چکیده

در روش فائو برای ارزیابی تناسب اراضی از منطق دو ارزشی بولین استفاده و اهمیت خصوصیات اراضی برای تعیین کلاس تناسب یکسان در نظرگرفته می‌شود. در روش تحلیل سلسله مراتبی، معیارهای تأثیرگذار بر ارزیابی شناسایی و تأثیر نسبی هر کدام به صورت وزن نسبی تعیین می‌شود. در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، به‌منظور مدل‌سازی عدم قطعیت‌ها، مجموعه‌های فازی با مقایسه‌های زوجی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ترکیب می‌گردد. این تحقیق با هدف ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کاشت نخل خرمای کبکاب با استفاده از دو روش فائو و ارزیابی چند معیاره در استان فارس اجرا گردید. نخلستان‌های دارای نخل خرمای رقم کبکاب، به عنوان واحدهای اراضی انتخاب و در هر کدام از آنها کلاس‌های کیفی تناسب تعیین و دقت روش‌های به‌کارگرفته شده مقایسه گردید. نتایج نشان داد متوسط درجه حرارت مرحله گل‌دهی و همچنین بافت خاک، کربن آلی، آهک و پتاسیم قابل جذب به ترتیب از مهمترین عوامل محدود کننده اقلیم و خاک برای کاشت نخل خرما در منطقه مورد مطالعه محسوب می‌گردند. در روش فائو (پارامتریک -فرمول ریشه دوم)، ٪ ۱۰ و ٪ ۹۰ نخلستان‌ها به‌ترتیب در کلاس‌های S_2 و S_3 قرار گرفتند. طبق روش تحلیل سلسله مراتبی، ٪ ۹۰ و ٪ ۱۰ واحدهای اراضی به ترتیب در کلاس‌های S_1 و S_2 و در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، ٪ ۱۰۰ آن‌ها، در کلاس S_2، طبقه‌بندی شدند. ضرایب همبستگی بین مقادیر عملکرد واقعی و شاخص اراضی محاسبه شده برای روش‌های تحلیل سلسله مراتبی فازی، تحلیل سلسله مراتبی و فائو به‌ترتیب ۰/۷۸، ۰/۵۷ و ۰/۳۸ بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: استان فارس، تناسب اراضی، نخل خرما

مقدمه

ارزیابی تناسب اراضی، فرآیند پیش‌بینی و تعیین پتانسیل اراضی برای کاربری‌های کلی و یا خاص بر اساس خصوصیات آن‌ها می‌باشد. هدف از ارزیابی تناسب اراضی، شناسایی ظرفیت تولید اراضی و انتخاب کاربری متناسب با آن از طریق بررسی جنبه‌های فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی است. ارزیابی تناسب اراضی به سه صورت کیفی، کمّی و اقتصادی قابل اجرا است. معیار سنجش در روش ارزیابی کیفی، پنج مشخصه فیزیکی زمین شامل اقلیم، پستی و بلندی، هیدرولوژی، خاک و پوشش طبیعی زمین است. در واقع ارزیابی کیفی تناسب اراضی، حاصل مقایسه خصوصیات اراضی با نیازهای فیزیولوژیکی هر محصول می‌باشد (۲۶). در این نوع از ارزیابی، کلاس‌های تناسب اراضی به دو روش فائو[3] و ارزیابی چند معیاره تعیین می‌گردد. در روش فائو پس از انطباق خصوصیات خاک با نیازهای رویشی محصول مورد نظر، کلاس‌های تناسب کیفی با استفاده از سه روش محدودیت ساده، تعداد و شدت محدودیت و پارامتریک (فرمول ریشه دوم و استوری) تعیین می‌گردد.

فائو برای ارزیابی تناسب اراضی از منطق دو ارزشی بولین[4] استفاده می‌کند که این منطق توسط تعدادی از محققین ارزیابی اراضی مورد نقد قرارگرفته است. در این روش اهمیت خصوصیت‌های اراضی برای تعیین شاخص اراضی یکسان در نظر گرفته می شود. بنابراین درجه تناسب پایین یک خصوصیت کم‌اهمیت می‌تواند، اثر زیادی روی مقدار شاخص اراضی گذاشته و آن را کاهش دهد (۴، ۲۵ و ۳۶). این روش توسط محققین زیادی در نقاط مختلف جهان و ایران در مطالعات ارزیابی تناسب اراضی به‌کارگرفته شده است.

قنواتی و همکاران (۱۳) درمطالعه ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه شادگان برای کاشت نخل خرمای رقم استعمران گزارش کردند که اراضی مورد مطالعه بر اساس روش پارامتریک، در کلاس تناسب

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: Email: Javagivi@gmail.com)
DOI: 10.22067/jsw.v34i4.84162

3- FAO
4- Boolean

N قرار می‌گیرند. همچنین نتایج نشان داد، شوری، قلیائیت و میزان آهک از مهم‌ترین عوامل محدود کننده برای رشد و نمو نخل خرما می‌باشند. صلاح[1] (۳۰) با ارزیابی کیفی تناسب اراضی در منطقه شمال غرب کشور لیبی گزارش کرد بافت خاک، عمق خاک، کربنات کلسیم، اسیدیته قلیایی و شوری خاک از مهمترین عوامل محدود کننده کشت درختان میوه می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد اغلب اراضی مورد مطالعه برای کاشت آبی نخل خرما مناسب می‌باشند. در حالی‌که ۹۲ و ۶۷ درصد اراضی به ترتیب برای کاشت موز و مرکبات نامناسب می‌باشند. مت ولی والعربی[2] (۱۹) در ارزیابی تناسب اراضی جنوب صحرای سینا درکشور مصر برای کشت گیاهان زراعی یک ساله و درختان میوه شامل نخل خرما، زیتون، نخل روغنی و انبه، با استفاده از روش فائو گزارش کردندکه اغلب اراضی مورد مطالعه درکلاس‌های تناسب بحرانی (S_3) و کلاس نامناسب (N) قرار می‌گیرند. در این تحقیق، عوامل محدودکننده تناسب اراضی عبارت بودند از: بافت خاک، شوری و قلیائیت، میزان کربنات کلسیم و قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک. همچنین خلیفه و سمیر[3] (۱۷) تناسب اراضی در منطقه الاوینت مصر برای کشت محصولات عمده زراعی و باغی با استفاده از روش فائو را مورد ارزیابی قراردادند. نتایج نشان داد که در بین محصولات زراعی و باغی، جو و نخل خرما به ترتیب به عنوان بهترین گیاه یک ساله و چند ساله، برای کشت در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. صلاح و همکاران[4] (۳۱) در ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کاشت نخل خرما در ناحیه دلتای نیل در کشور مصر گزارش کردند که ۳۹ درصد از اراضی منطقه مورد مطالعه در کلاس تناسب S_1، ۲۳ درصد در کلاس S_2 و ۱۱ درصد در کلاس S_3 قرار می‌گیرند. در مجموع ۷۰ درصد اراضی برای کاشت خرما مناسب تشخیص داده شدند. همچنین ۱۴ درصد اراضی دارای محدودیت شدید ناشی از زهکشی نامناسب، شوری و قلیائیت زیاد بوده و ۱۳ درصد بر اساس اطلاعات موجود خاک قابل ارزیابی نبودند. این محققین بر اساس نتایج به‌دست آمده پیشنهاد نمودند که انتخاب نوع مدیریت زراعی برای اراضی مورد مطالعه بر اساس کلاس تناسب اراضی باشد. بلال والا شری[5] (۶) در کشور مصر، ارزیابی تناسب اراضی برای کاشت درختان میوه چند ساله شامل نخل خرما، زیتون، انجیر و مرکبات را با استفاده از روش فائو انجام دادند. نتایج نشان داد که اغلب اراضی مورد مطالعه برای کاشت نخل خرما، زیتون و انجیر در کلاس‌های تناسب خیلی مناسب (S_1) تا نسبتاً مناسب (S_2) و برای کشت مرکبات در کلاس نامناسب (N) طبقه‌بندی می‌شوند. دراین تحقیق، عوامل محدود کننده عبارت بودند از: بافت، شوری و میزان کربنات کلسیم خاک.

در سال‌های اخیر مدل‌های زیادی بر اساس چارچوب فائو برای اهداف ارزیابی تناسب اراضی طراحی شده‌اند که وجه مشترک تمامی آنها ایجاد محیطی برای الگوسازی یا مدل‌سازی روش‌های ارزیابی است. تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از این مدل‌ها است. برای تعدیل و کاهش اثر فناوری بولین در نتایج روش فائو در تعیین کلاس تناسب واحدهای اراضی می‌توان از تکنیک‌های نوین تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کرد. مطالعه تناسب اراضی با استفاده از روش ارزیابی چند معیاری بر مبنای چارچوب فائو انجام می‌گیرد، منتها به‌کارگیری این روش سبب افزایش دقت و پیشرفت سریع‌تر تحقیق می‌گردد (۹).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال ساتی[6] (۲۹) مطرح شد و به عنوان یکی از جامع‌ترین روش‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. این روش به دلیل توانایی و قابلیت بالا، سادگی و قابل فهم بودن و همچنین به کارگیری هم‌زمان معیارهای کمّی و کیفی برای ارزیابی عوامل مؤثر در فرآیند تصمیم‌گیری، روش مناسب و کاربردی است. در این روش ابتدا معیارهای تأثیرگذار در ارزیابی شناسایی شده و وزن این معیارها و میزان تأثیر هر یک از آنها بر تولید، به کمک ماتریس مقایسه‌های زوجی محاسبه می‌شود. از آنجایی که هرکدام از خصوصیات مورد نظر آثار متفاوتی بر میزان عملکرد محصول مورد نظر دارند، بنابراین تأثیر نسبی هر کدام از آن‌ها را می‌توان به صورت وزن نسبی معیار تعیین نمود. تاکنون تعداد زیادی از محققین با بکارگیری این روش توانسته‌اند ضمن شناسایی عوامل تأثیرگذار بر تولید محصولات مختلف کشاورزی در مناطق مورد مطالعه، میزان تأثیر هر یک از آنها نیز تعیین نمایند. ذبیحی و همکاران (۳۸) در ارزیابی اراضی منطقه رامسر با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی گزارش کردند خصوصیات اقلیمی و توپوگرافی از مهمترین عوامل تعیین کننده برای توسعه کشت مرکبات در منطقه مورد مطالعه محسوب می‌گردد.

تحلیل سلسله مراتبی فازی یکی دیگر از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که در سال‌های اخیر، استفاده از آن بیش از پیش گسترش یافته است. این روش در واقع تلفیقی از منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد. بنابراین به‌منظور مدل‌سازی عدم قطعیت ها در ترجیحات انسان، تئوری مجموعه های فازی با مقایسه‌های زوجی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ترکیب می شود. بدین ترتیب درک دقیق‌تری از فرآیند تصمیم‌گیری ارائه شده، به‌دست

1- Salah
2- Metwaly et al.
3- Khalifa and Samir
4- Salah et al.
5- Belal and Al-Ashri
6- Saaty

می‌آید (۳). به‌منظور اســـتفاده از مزایای هر دو تکنیک فازی و فرآیند تحلیل سـلسـله مراتبی، همچنین غلبه بر نقاط ضـعف هر کدام از آنها ونلارهون و پیدریز[1](۳۵) اولین بار اصـــول منطق فازی را در تلفیق با تحلیل سلسله مراتبی بکار بردند. نتایج بکارگیری نظریه مجموعه‌های فازی در ارزیابی تناسب اراضی درکشور غنا برای کاشت آناناس، نشان دادکه ۱۵ درصد اراضی برای کاشت این محصول در کلاس مناسب (S_1)، ۷۲ درصد در کلاس تناسب متوسط (S_2) و ۱۳ درصد در کلاس تناسب بحرانی (S_3) واقع می‌شوند (۲). مطالعات امیریان (۱) نشان داد که استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی در مقایسه با روش پارامتریک باعث شده درصد بیشتری از اراضی در کلاس تناسب S_1 قرارگیرند.

کشور ایران از نطر تولید خرما، رتبه دوم را در جهان دارد (۱۲). در سـال‌های اخیر، وزارت جهاد کشـاورزی به منظور تأمین امنیت غذایی کشور و بهبود معیشت مردم مناطق خرماخیز، سیاست توسعه سطح زیرکشـت نخیلات را در برنامه‌های خود قرار داده اسـت. بدون شـک توسعه سطح زیرکشت و همچنین افزایش عملکرد در واحد سطح توجه خاصـی را می‌طلبد. در این راسـتا، برنامه‌ریزی برای اسـتفاده بهینه از اراضی می‌تواند در فرآیند تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری اصولی توسعه نخیلات، نقش مهمی ایفا نماید. بنابراین، ارزیابی تناسب اراضی و بکار گرفتن اراضی به تناسب پتانسیل تولیدآن‌ها، می‌تواند نقش مهمی در اسـتفاده بهینه از اراضـی ایفا نماید و انجام آن امری ضـروری به‌نظر می‌رسد.

این تحقیق با هدف ارزیابی کیفی تناسب اراضی منطقه خشت و کمارج در شهرستان کازرون استان فارس برای کاشت نخل خرمای کبکاب با اسـتفاده از دو روش فائو (پارامتریک- فرمول ریشـه دوم) و ارزیابی چند معیاره و مقایسه این دو روش اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

وضعیت عمومی منطقه: منطقه مورد مطالعه با سطح زیرکشت حدود ۵۰۰۰ هکتار خرمای رقم کبکاب در دشـــت خشـــت و کمارج شهرستان کازرون واقع در استان فارس قرار دارد. این دشت از نظر کاشت نخل خرمای رقم کبکاب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. منطقه مورد مطالعه از نظر موقعیت جغرافیایی بین $29^\circ 32'$ تا $29^\circ 36'$ عرض شمالی و $51^\circ 20'$ تا $51^\circ 22'$ طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). این منطقه ۵۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و دارای آب و هوای گرم می‌باشـد که زمسـتان‌های آن توأم با بارندگی و تابستان‌های آن خشک می‌باشد. متوسط درجه حرارت سالیانه هوا ۲۳ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه حدود ۳۷۷ میلی‌متر است.

و بر اسـاس نقشـه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک ایران، خاک اراضـی منطقه مورد مطالعه دارای رژیم رطوبتی زریک[2] و رژیم حرارتی هایپرترمیک[3] می‌باشد (۵).

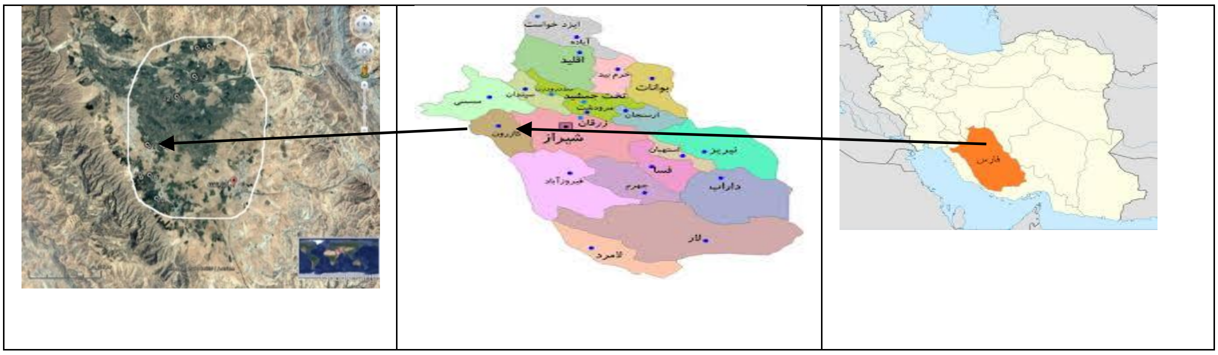
فعالیت‌های میدانی: به منظور انجام ارزیابی کیفی تناسـب اراضی، با مشاورت مسئولین محلی تعداد ۱۰ نخلستان به مساحت حداقل ۰/۵ هکتار، دارای نخل خرمای رقم کبکاب با سـن ۲۰ تا ۲۵ سال، با سطح مدیریتی تقریباً یکسان و دارای خاک متفاوت، به عنوان واحدهای نمونه‌برداری اراضی در دشت خشت و کمارج شهرستان کازرون انتخاب شدند. سپس جهت اندازه‌گیری خصوصیات خاک در هر یک از واحدها، اقدام به حفر یک خاکرخ به ابعاد ۱/۵(طول)، ۱ (عرض) و ۱/۵ (عمق) متر و جمعا" به تعداد ۱۰ خاکرخ گردید. تشریح خاک‌رخ‌ها با استفاده از راهنمای تشریح خاکرخ خاک (۳۷) انجام شد. محل حفر خاکرخ طوری انتخاب گردید که در هریک از چهار گوشـه هر خاکرخ، یک درخت خرما وجود داشـته باشـد. عملکرد چهار درخت واقع در چهار گوشـه هر خاکرخ اندازه‌گیری و میانگین آن به عنوان عملکرد نهایی برای خاکرخ مربوطه در نظر گرفته شد.

تجزیه فیزیکی و شـیمیایی نمونه‌های خاک: نمونه‌های خاک تهیه شـده از هر خاکرخ، در سـایه هوا خشـک و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و در ظرف‌های پلاستیکی مخصوص جهت تجزیه‌های فیزیکی و شـیمیایی نگهداری گردیدند. بافت خاک به روش هیدرومتر (۷)، واکنش خاک (pH) در گل اشباع با pH متر (۲۵)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع توسط ECمتر (۲۷)، کربن آلی به روش اکسایش تر (۳۷)، کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش خنثی‌سازی با اسیدکلریدریک و تیتر با سود (۲۳)، گچ به روش استون (۲۳)، کلسیم و منیزیم محلول در عصـاره اشـباع خاک به روش کمپلکسـومتری با حضور EDTA (۱۰)، سدیم و پتاسیم محلول در عصاره اشباع خاک با دسـتگاه فلیم‌فتومتر و پتاسـیم قابل جذب به روش اسـتات آمونیم ۱ مولار با pH=۷(۱۸) اندازه‌گیری شدند.

ارزیابی تناسـب اراضـی با اسـتفاده از روش فائو (پارامتریک- فرمول ریشه دوم)

خصوصیات اقلیمی مورد استفاده در ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کاشـت نخل خرما از آمار و داده‌های هواشـناسـی ایسـتگاه سینوپتیک کازرون برای یک دوره ۱۰ ساله و بر اساس مراحل مختلف سـیکل رشـد نخل خرما اسـتخراج گردید. همچنین متوسـط وزنی مشخصات خاک هر خاکرخ با استفاده از ضرایب وزنی عمق محاسبه و با نیازهای رویشی نخل خرمای کبکاب (۱۱)، مقایسه شدند.

1- Van Laarhoven and Pedrcyz
2- Xeric
3- Hyperthermic



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در دشت خشت و کمارج شهرستان کازرون، استان فارس

Figure 1- Location of study area in Khasht and Komarj Plain, Kazeroon county, Fars province, Iran

ارزیابی کیفی: بر اساس دستورالعمل مربوطه (۱۴) به هر کدام از مشخصات اراضی یک درجه‌بندی کمی اختصاص داده شد. در صورتی که مشخصه‌ای برای محصول مورد نظر کاملاً مطلوب بود، درجه حداکثر ۱۰۰ و به مشخصه‌های دارای محدودیت، درجه کمتری اختصاص یافت. درجات اختصاص داده شده در محاسبه شاخص زمین[1] به‌کارگرفته شدند. از فرمول ریشه دوم[2] (رابطه ۱) برای محاسبه شاخص زمین برای هر خاکرخ استفاده گردید (۳۴).

$$CI, LI = R_{min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \ldots} \quad (۱)$$

در این رابطه، CI= شاخص اقلیم، LI= شاخص زمین، A, B, C = درجات تناسب اختصاص داده شده به هر یک از مشخصه‌ها و R_{min} = کمترین درجه تناسب در بین تمام درجه تناسب‌ها، می‌باشد.

در این تحقیق، ابتدا ارزیابی اقلیم صورت گرفت و بدین منظور، شاخص اقلیم[3] محاسبه گردید. سپس به کمک یکی از روابط ۲ یا ۳، شاخص اقلیمی به درجه تناسب اقلیمی[4] تبدیل و در تعیین شاخص زمین به‌کارگرفته شد. در شرایطی که شاخص اقلیمی کمتر از ۲۵ بود، درجه تناسب اقلیمی از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$CR = 1.6\ CI \quad (۲)$$

در مواردی که بین ۲۵ و ۹۲/۵ بود از رابطه ۳ استفاده گردید.

$$CR = 16.67 + 0.9\ CI \quad (۳)$$

کلاس تناسب اقلیم و زمین با استفاده از جدول ۱ تعیین گردید.

جدول ۱- مقادیر عددی شاخص برای کلاس‌های مختلف تناسب (۱٤)

Table 1- Numerical values of index for different suitability classes (14)

شاخص Index	کلاس‌های تناسب Suitability classes
75-100	مناسب (Suitable) S_1
50-75	نسبتاً مناسب (Moderately suitable) S_2
25-50	تناسب بحرانی (Marginally suitable) S_3
0-25	نامناسب (Non suitable) N

ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره

به منظور تعیین کلاس‌های تناسب اراضی مورد مطالعه در استان فارس برای کاشت نخل خرمای رقم کبکاب با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره، دو مدل تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل سلسله مراتبی فازی به‌کار گرفته شدند.

ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

در این تحقیق وزن نسبی هر کدام از زیرمعیارهای مورد مطالعه با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی با تشکیل ماتریس مقایسه‌های زوجی، تعیین و در مجموعه‌ای تحت عنوان ماتریس وزن زیرمعیار (W)[5] قرار داده شد که بیانگر اثر هر کدام از مشخصه‌های اراضی بر تولید محصول است. سپس کلاس تناسب اراضی برای کاشت نخل خرما تعیین گردید.

ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

در ارزیابی تناسب اراضی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

1- Land index (LI)
2- Square root formula
3- Climatic index (CI)
4- Climatic rating (CR)
5- Weight matrix

فازی، ابتدا درجه تعلق (درجه عضویت) هر کدام از خصوصیات اراضی را به کلاس‌های مختلف تناسب تعیین شد. در این مطالعه، مقدار و درجه عضویت با بهره‌گیری از تابع عضویت زنگوله‌ای ارائه شده توسط بورو و همکاران (۹)، با استفاده از روابط ۴، ۵ و ۶ تعیین گردید.

$$MF(x_i) = \frac{1}{1+\left(\frac{x-c_1-d_1}{d_1}\right)^2} \quad \text{for } x < c_1 + d_1 \qquad (۴)$$

$$MF(x_i) = 1 \quad \text{for } c_1 + d_1 \leq x \leq c_2 - d_2 \qquad (۵)$$

$$MF(x_i) = \frac{1}{1+\left(\frac{x-c_2+d_2}{d_2}\right)^2} \quad \text{for } x > c_2 - d_2 \qquad (۶)$$

در روابط فوق، MF(xi)، تابع عضویت iأمین معیار ارزیابی، c_2 و c1 به ترتیب، حدود آستانه پایینی[1] و حدود آستانه بالایی[2] (در این نقاط، MF(xi) =۰/۵ می‌باشد) و d_1 و d_2، عرض منطقه انتقالی تابع عضویت را مشخص می سازند. لازم به ذکر است که توابع عضویت خصوصیات کیفی خاک مانند بافت خاک با استفاده از نظریه مجموعه‌های کلاسیک[3]تعیین گردید (۳۳). پس از تعیین مقدار درجه عضویت برای هر یک از خصوصیات خاک و اقلیم، نتایج ارزیابی تمامی این خصوصیات در مجموعه‌ای تحت عنوان ماتریس خصوصیات (R)[4] قرار داده شد. در مرحله بعد به منظور طبقه‌بندی نهایی تناسب اراضی با استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی، ماتریس خصوصیات (R) و ماتریس وزن زیرمعیار (W) با استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی طبق رابطه ۷ با یکدیگر ترکیب شدند و ماتریس نهایی تناسب اراضی (E) به‌دست آمد (۳۶).

$$E = W^\circ R \qquad (۷)$$

برای برآورد شاخص اراضی، مجموع عناصر ماتریس نهایی تناسب اراضی برابر یک قرار داده شد (نرمال کردن) و عناصر جدید، به ترتیب در متوسط شاخص کلاس‌های مختلف تناسب اراضی، بر اساس رابطه ۸ ضرب گردید.

$$LI = \sum E0_j * A_j \qquad (۸)$$

در این رابطه، LI: شاخص زمین، $E0_j$: مقدار نرمال شده ماتریس E و A_j: میانگین حداقل و حداکثر شاخص‌های هریک از کلاس‌های تناسب اراضی بوده که این عدد برای کلاس‌های S_1، S_2، S_3 و N به ترتیب ۸۷/۵، ۶۲/۵، ۳۷/۵ و ۱۲/۵ می‌باشد.

بررسی دقت و کارایی روش‌های ارزیابی

به منظور، ارزیابی دقت و کارایی روش بکارگرفته شده، همبستگی بین عملکرد اندازه‌گیری شده (تولید واقعی) و شاخص زمین به‌دست آمده در هریک از روش‌های به‌کار رفته با استفاده از نرم‌افزار مینی‌تب ۱۴[5]تعیین گردید. معمولاً اگر همبستگی بالایی بین این دو متغیر وجود داشته باشد، می‌توان ادعا کرد که روش‌ارزیابی مورد استفاده، قابل قبول می‌باشد (۲۰).

نتایج و بحث

متوسط وزنی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نقاط مطالعاتی در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج تعیین وزن نسبی زیرمعیارها

نتایج حاصل از محاسبه وزن نسبی زیرمعیارهای اقلیمی و خاکی موثر بر عملکرد نخل خرمای کبکاب به ترتیب در جداول ۳ و ۴ آورده شده است. براساس این نتایج، در بین زیرمعیارهای اقلیمی و خاکی، به ترتیب بیشترین درجه اهمیت را زیرمعیار میانگین دما در مرحله گل‌دهی با وزن نسبی ۰/۱۶۱ و زیرمعیار شوری با وزن نسبی ۰/۲۷۰ به خود اختصاص داد.

نتایج ارزیابی تناسب راضی

نتایج ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای کاشت نخل خرمای کبکاب در استان فارس به روش فائو (پارامتریک- فرمول ریشه دوم)، تحلیل سلسله مراتبی فازی و تحلیل سلسله مراتبی در جدول ۵ ارائه گردیده است.

بر اساس نتایج بدست آمده، بافت خاک، میزان کربن آلی، کربنات کلسیم و پتاسیم قابل جذب از مهمترین عوامل محدود کننده خاک برای کاشت نخل خرما در منطقه مورد مطالعه محسوب می‌گردد.

نتایج ارزیابی تناسب کیفی (فیزیکی) اراضی نشان داد در روش فائو (پارامتریک –فرمول ریشه دوم)، ٪ ۹۰ اراضی مورد مطالعه، در کلاس S_3 و ٪ ۱۰ آن‌ها در کلاس تناسب S_2 قرار گرفتند. در حالی که در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی، ٪ ۱۰۰ اراضی مورد مطالعه، در کلاس S_2 و در روش تحلیل سلسله مراتبی ٪ ۹۰ اراضی مورد مطالعه، در کلاس S_1 و ٪ ۱۰ آن‌ها در کلاس تناسب S_2 کلاس‌بندی شدند. بررسی رابطه بین عملکرد اندازه‌گیری شده و شاخص‌های اراضی محاسبه شده با استفاده از روش‌های پارامتریک، تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل سلسله مراتبی فازی (شکل‌های ۲، ۳ و ۴) نشان داد که رابطه خطی معنی‌داری بین عملکرد اندازه‌گیری شده نخل خرمای کبکاب و شاخص زمین برای روش‌های فائو (پارامتریک–فرمول ریشه دوم)، تحلیل سلسله مراتبی فازی و روش تحلیل سلسله مراتبی وجود دارد.

1- Lower cross over point (LCP)
2- Higher cross over point (HCP)
3- Classic set theory
4- Characteristics matrix
5- MINITAB 14

جدول ۲- میانگین وزنی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

Table 2- Weighted averageof some physical and chemical characteristics of the studied soils

شماره ردیف NO. of row	شماره خاکرخ NO. of profile	پتاسیم قابل جذب Available potassium ($mg.kg^{-1}$)	گچ Gypsum (%)	آهک $CaCO_3$ (%)	اسیدیته pH	کربن آلی Organic carbon (%)	قلیائیت SAR	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	بافت خاک Soil texture[1]
1	50	167.7	0.67	54.6	7.6	0.44	5.1	3.5	SL
2	51	158.6	0.72	51	7.6	0.37	11.4	6	SiCL
3	52	150.4	0.73	51.3	7.8	0.39	11.6	6	SiCL
4	53	160	0.73	50.2	7.7	0.54	8	5.6	SiL
5	54	148	0.69	50.6	7.5	0.4	5.6	4.9	SiL
6	55	175.4	0.77	58	7.6	0.57	3.1	4.2	L
7	56	182.3	0.67	56.8	7.8	0.72	5.1	3.3	SL
8	57	197.8	0.83	53	7.8	0.61	11.5	4.6	L
9	58	152	0.87	50.3	7.8	0.34	11.5	6	SiCL
10	59	185.8	0.67	47.7	7.6	0.47	10.2	5.1	L

[1]S = Sand, L = Loam, Si = Silt, C = Clay

جدول ۳- وزن نسبی هر یک از زیرمعیارهای اقلیمی موثر بر عملکرد نخل خرما

Table 3- Relative weight of each climatic subcriteria, effective on date palm yield

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0.087	**0.018**	**0.014**	**0.161**	**0.093**	**0.149**	**0.08**	**0.158**	**0.107**	**0.104**

طول فصل خشک (تعداد روزها)A= Length of dry season (days)

B= Number of days with precipitation > 5 mm in ripening stage (days)

تعداد روزهای با بارندگی بیش از ۵ میلی‌متر در مرحله رسیدن میوه

میانگین دمای سیکل رشد (سانتی‌گراد) C=Average daily temperature of the growing cycle (°C)

میانگین دمای مرحله گلدهی (سانتی‌گراد) D=Average daily temperature of the flowering stage (°C)

(سانتی‌گراد) میانگین دمای مرحله رسیدن میوه E=Average daily temperature of the ripening stage (°C)

(درجه-روز) نیاز گرمایی از F=Thermal index: heat requirement during the stages of flowering, fruit formation and ripening (degree-day) مرحله گلدهی تا رسیدن میوه

میانگین رطوبت نسبی سیکل رشد (درصد) G=Mean RH of the growing cycle (%)

(درصد) میانگین رطوبت نسبی مرحله تشکیل میوه H=Mean RH of the fruit formation stage (%)

(تعداد ساعت‌ها) میانگین ساعات آفتابی I= Average sunshine hours (hours)

تعداد ماه‌های سال با میانگین سرعت باد بیش از ۵ متر در ثانیه J=Number of months with mean wind speed > 5 m/s (months)

جدول ٤- وزن نسبی هریک از زیرمعیارهای خاکی موثر بر عملکرد نخل خرمای کبکاب

Table 4- Relative weight of each soil subcriteria, effective on Kabkab date palm yield

K	L	M	N	O	P	Q	R
0.115	**0.081**	**0.041**	**0.074**	**0.089**	**0.055**	**0.270**	**0.177**

بافت خاک K= Soil texture — آهک (درصد) L= Calcium carbonate(%) — گچ (درصد) M= Gypsum(%)

کربن آلی (درصد) O=Organic carbon (%) — پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P= Available potassium ($mg.kg^{-1}$)

اسیدیته N= Acidity — هدایت الکتریکی(دسی‌زیمنس بر متر) Q= EC ($dS.m^{-1}$) — قلیائیت R= SAR

جدول ۵- عملکرد و شاخص زمین محاسبه شده با استفاده از روش‌های مختلف ارزیابی تناسب اراضی

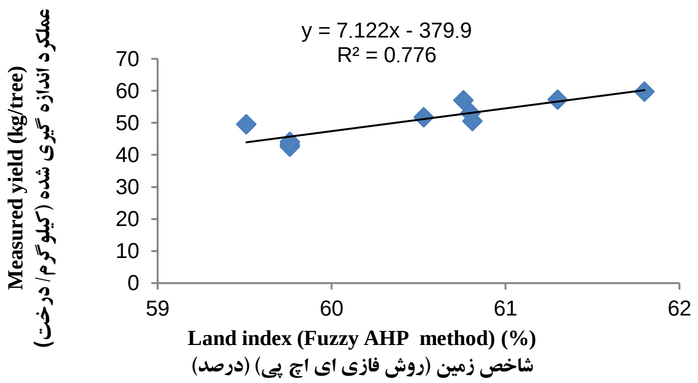
Table 5- Yield and land index, calculated by different methods of land suitability evaluation

روش پارامتریک Parametric method		روش تحلیل سلسله مراتبی فازی Fuzzy AHP method		روش تحلیل سلسله مراتبی AHP method		عملکرد(کیلوگرم به ازای هر درخت) Yield (kg tree^{-1})	شماره خاکرخ NO. of profile	شماره ردیف NO. of row
شاخص زمین Land index	کلاس تناسب زمین Land suitability class	شاخص زمین Land index	کلاس تناسب زمین Land suitability class	شاخص زمین Land index	کلاس تناسب زمین Land suitability class			
43	S_3	61.3	S_2	81	S_1	57.2	50	1
29.3	S_3	59.8	S_2	76.5	S_1	43.2	51	2
28.4	S_3	59.8	S_2	77.1	S_1	42.5	52	3
40.4	S_3	60.5	S_2	77.9	S_1	51.7	53	4
37.8	S_3	59.5	S_2	80.1	S_1	49.5	54	5
37.8	S_3	61.8	S_2	81.1	S_1	59.7	55	6
41.6	S_3	60.8	S_2	81.1	S_1	57	56	7
47	S_3	60.8	S_2	78.8	S_1	53	57	8
29.2	S_3	59.8	S_2	76	S_1	44	58	9
52.7	S_2	60.8	S_2	74.6	S_2	50.5	59	10
	S_2 = 10% S_3 = 90%		S_2= 100% S_3 = 0%		S_1 = 90% S_2 = 10%	درصد کلاس‌های تناسب Percent of land suitability classes		

ضریب تبیین رابطه رگرسیونی بین عملکرد اندازه‌گیری شده نخل خرمای کبکاب و شـاخص زمین برای روش تحلیل سـلسـله مراتبی فازی بیشـــترین و برای روش فائو (پارامتریک -فرمول ریشـــه دوم) کم‌ترین است. مقدار این ضریب برای روش تحلیل سلسله مراتبی بین مقادیر دو ضـــریب دیگر قرار دارد. ســـایر محققین، نوری و همکاران (۲۴)؛ موسـوی (۲۱) و حمزه و همکاران (۱۵) نیز نتایج مشـابهی را گزارش کردند.

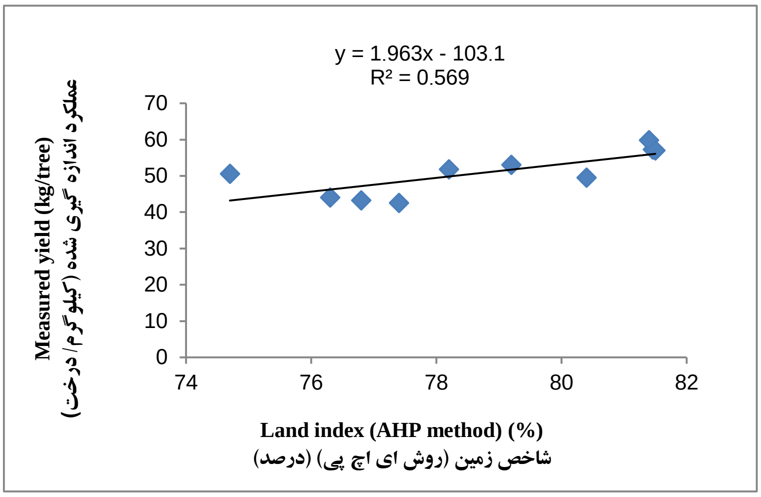
این نتایج نشـان می‌دهند که برای ارزیابی کیفی تناسـب اراضـی ا ستان فارس برای تولید خرمای کبکاب، روش تحلیل سل سله مراتبی فازی نسـبت به دو روش تحلیل سـلسـله مراتبی و فائو (پارامتریک - فرمول ریشه دوم) از دقت بالاتری در تعیین کلاس‌های تناسب اراضی برخوردار بوده و به‌کارگیری آن توصیه می‌گردد.

نتایج مقایسه شاخص اراضی محاسبه شده توسط روش‌های فائو (پارامتریک -فرمول ری شه دوم)، تحلیل سل سله مراتبی فازی و روش تحلیل سلسله مراتبی با تولید واقعی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که نتایج روش تحلیل سلسله مراتبی فازی با شرایط طبیعی حاکم بر منطقه همخوانی بیشتری دارد؛ زیرا روش‌های مبتنی بر منطق فازی با در نظر گرفتن تغییرات پیوســته اراضــی، توانایی بیشــتری در ارائه تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک در مقایســه با روش‌های مبتنی بر منطق بولین که باعث هدر رفتن حجم قابل ملاحظه‌ای از اطلاعات، در خلال فرآیند ارزیابی اراضی می‌شوند؛ را دارا می‌باشند (۸).



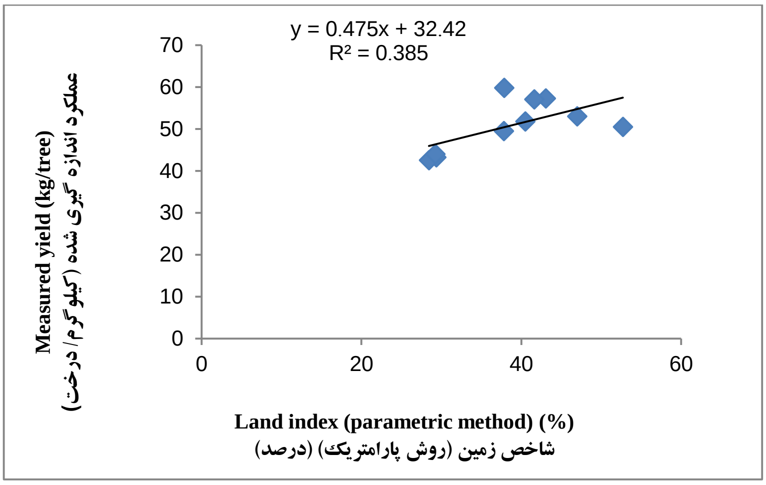
شکل ۲- همبستگی بین مقادیر تولید اندازه‌گیری شده و شاخص اراضی در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

Figure 2- Correlation between land index and measured yield in Fuzzy AHP method



شکل ۳- همبستگی بین مقادیر تولید اندازه‌گیری شده و شاخص اراضی در روش تحلیل سلسله مراتبی

Figure 3- Correlation between land index and measured yield in AHP method



شکل ٤- همبستگی بین مقادیر تولید اندازه‌گیری شده و شاخص اراضی در روش پارامتریک (فرمول ریشه دوم)

Figure 4- Correlation between land index and measured yield in Parametric (second root formula) method

نتایج محمدی و گیوی (۲۰) نیز نشان داد که همبستگی بین عملکرد محصول گندم در منطقه فلاورجان استان اصفهان و شاخص تناسب اراضی در روش فازی بیشتر از روش پارامتریک است. رومیجن[1] و همکاران (۲۸) در استرالیا با بررسی روند تغییرات تناسب اراضی ناشی از تغییرات اقلیمی برای کاشت هلو اظهار داشتند که روش سلسله مراتبی فازی در مقایسه با روش سلسله مراتبی استاندارد، عملکرد بهتری در پیش‌بینی روند تغییرات کلاس‌های تناسب دارد و نتایج جامع و کامل‌تری ارائه می‌نماید. علیرغم مزایای روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در ارزیابی تناسب اراضی، می‌توان به مشکلات مربوط به انتخاب توابع عضویت و تعریف دقیق پارامترهای آنها برای خصوصیات اراضی مؤثر بر تولید محصول اشاره نمود. چنین محدودیتی توسط سایر محققیق بورو[2](۸)؛کشاورزی و همکاران[3] (۱۶) و مختار[4] (۲۲) در استفاده از این روش برای ارزیابی تناسب اراضی نیز گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان دادند در ارزیابی تناسب اراضی به روش تحلیل سلسله مراتبی، کلاس تناسب بالاتری نسبت به دو روش دیگر به‌دست می‌آید. از طرفی مقایسه روابط بین مقادیر عملکرد واقعی (اندازه‌گیری شده) و شاخص اراضی محاسبه شده نشان داد، روش تحلیل سلسله مراتبی فازی نسبت به روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و فائو از دقت

1- Romeijn et al.
2- Burrough
3- Keshavarzi et al.
4- Mukhtar et al.

و کارایی بی شتری در تعیین کلاس‌های تنا سب ارا ضی برای کا شت نخل خرمای کبکاب در منطقه مورد مطالعه برخوردار اســـت. به‌نظر می‌ر سد تفاوت در منطق حاکم بر این دو روش، باعث گردیده تا روش تحلیل ســلســله مراتبی فازی، با در نظر گرفتن هم‌زمان درجه اهمیت زیرمعیارهای موثر در تعیین تنا سب ارا ضی و توابع ع ضویت، عملکرد بهتری در تعیین کلاس‌های تناســب داشـــته باشـــد و نتایج جامع و کامل‌تری ارائه نماید. بنابراین در ارزیابی کیفی تناســب اراضــی برای کا شت نخل خرمای کبکاب در ا ستان فارس، به‌کارگیری این روش به عنوان بهترین روش توصیه می‌گردد.

منابع

1- Amirian A. 2011. Land suitability spatial modeling using geostatistical techniques and Fuzzy set theory. PhD Thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran. (In Persian)
2- Attua E.M., and Fisher J.B. 2010. Land suitability assessment for Pineapple production in the Akwapim south district, Ghana: A GIS-Multicriteria Approach. Ghana Journal of Geography 2: 47-83.
3- Ayag Z., and ozdemir R.G. 2006. A Fuzzy AHP approach to evaluating machine tool alternatives. Journal of Intelligent Manufacturing 17: 179-190.
4- Ayoubi Sh., Givi J., Jalalian A., and Amini A.M. 2002. Quantitative evaluation of land suitability for important crops in northern Barran area, Isfahan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 3: 105-119. (In Persian)
5- Banaei M.H. 1998. Soil moisture and temperature regime map of Iran. Soil and Water Research Institute, Tehran. (In Persian)
6- Belal A.A., and Al-Ashri K.M.A .2011. GIS Based land evaluation in Baharyia Oasis, western desert, Egypt. Mansoura University Journal of Soil Science and Agricultural Engineering 2(1): 11–24.
7- Bouyoucos G.J. 1962. Hydrometer method, improved for making particle size analysis of soil. Agronomy Journal 54: 464-465.
8- Burrough P.A. 1989. Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation. Journal of Soil Science 40: 477–492.
9- Burrough P., MacMillan R.A., and Van Deursen W. 1992. Fuzzy classification methods for determining land suitability from soil profile observations and topography. Journal of Soil Science 43: 193- 210.
10- Burt R. 2014. Soil survey laboratory methods manual. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Lincoln, Nebraska, USA, 1035p.
11- Dialami H. 2017. Qualitative, Quantitative and Economical Land Suitability Evaluation for Kabkab Date Palm Cultivation in Khuzestan, Fars and Bushehr Provinces, Using Multi- Criteria Evaluation and FAO Methods. PhD thesis, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. (In Persian)
12- FAO statistic (2014). Available at http// faostat.fao.org/site/567/default.aspx.
13- Ghanavati G., Landi A., and Baneinaama J. 2009. Land Suitability Evaluation for Wheat and Date Palm Cultivation in Shadegan Area. M.Sc. thesis, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran. (In Persian)
14- Givi J. 1998. Qualitative Land Suitability Evaluation for Field and Horticultural crops. Technical Publication No. 1015, Soil and Water Research Institute, Agricultural and Natural Resources Research Organization, Ministry of Agriculture, 100 p. (In Persian)
15- Hamzeh S., Mokarram M., and Alavipanah S.K. 2014. Combination of fuzzy and AHP methods to assess land suitability for barley: Case study of semiarid lands in the southwest of Iran. Desert 19(2): 173-181.
16- Keshavarzi A., Sarmadian F., Heidari A., and Omid M. 2010. Land suitability evaluation using fuzzy continuous classification (A case study: Ziaran region). Modern Applied Science 4: 72-81.
17- Khalifa M.E.A., and Samir M.H.A.R. 2008. Land Potentiality Assessment, East El-Owienat Area, Egypt. Alex University Journal of Agriculture and Environment Science 7(1): 149-171.
18- Knudsen D., Peterson G.A., and Pratt P.F. 1982. Lithium, sodium, and potassium. In: Page A. L. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. pp: 225-246.
19- Metwaly M.M.A., and El-Araby A.M. 2011. Land suitability for some specific crops, using remote sensing and GIS in El-Qaa plain, South Sinai, Egypt. Mansoura University Journal of Soil Science and Agricultural Engineering 2(2): 227–238.
20- Mohammadi J., and Givi J. 2001. Qualitative Land Suitability Evaluation for Wheat in Falavarjan Region (Isfahan), using Fuzzy set theory. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 1: 103-115. (In Persian)
21- Mousavi S.A., Sarmadian F., and Taaty A. 2016. Comparison and analysis of hierarchical process method of FAO to assess the suitability of the land for dryland wheat in kuhin area. Journal of Soil Research 30: 367-377. (In Persian)
22- Mukhtar E., Comber A., and Fisher P. 2010. Land evaluation techniques, comparing Fuzzy AHP with TOPSIS

method. 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science, 10-14 May, Guimarães, Portugal.
23- Nelson R.E. 1982. Carbonate and gypsum. In: Page A.L. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. pp: 181-197.
24- Nouri S.H., Sadaei S.H., Keaie S., Soltane Z., and Nowruze Avaregane A. 2010. Evaluation of ecological environment for determining suitable areas, using geographic information systems in the central part of the Kiyar county. Journal of Geography and Linear Programming 37: 33-47. (In Persian)
25- Peech M. 1965. Hydrogen ion activity. In: Black, C.A. (ed.), Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. pp: 914-926.
26- Prakash T.N. 2003. Land suitability analysis for agricultural crops. Fuzzy multicriteria decision making approach. M.Sc. thesis. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation. Enschede, Netherlands.
27- Roades J.D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks D.L. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 3: Chemical methods. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. pp: 417-437.
28- Romeijn H., Faggian R., Diogo V., and Sposito V. 2016. Evaluation of deterministic and complex Analytical Hierarchy Process methods for agricultural land suitability analysis in a changing climate. International Journal of Geo-Information 5(99): 1-16.
29- Saaty T.L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill, New York, USA, 346p.
30- Salah A. 2018. Evaluation of land suitability for main irrigated crops in North- Western Region of Libya. Eurasian Journal of Soil Science 7(1): 73-86.
31- Salah A., Van Ranst E., and Hisham El. 2001. Land suitability assessment for date palm cultivation in the Eastern Nile delta, Egypt, using an automated land evaluation system (ALES) and GIS. Second International Conference on Date Palm, 25-27 March, Al-Ain, UAE.
32- Schoeneberger P.J., Wysocki D.A., Benham E.C., and Broderson W.D. 2012. Field book for describing and sampling soils. Version 3: Natural Resources Conservation Service and National Soil Survey Center, Lincoln, NE, 300 p.
33- Sharififar A., Ghorbani H., and Sarmadian F. 2016. Land suitability evaluation for crop selection, using fuzzy sets methodology. Acta Agriculturae Slovenica 107(1):159-174.
34- Sys C., Van Ranst E., and Debaveye J. 1991a. Land evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. Agricultural Publication No. 7, GADC, Brussels, Belgium, 274p.
35- Van Laarhoven P.J.M., and Pedrcyz W. 1983. A fuzzy extension of Saaty's priority theory. Fuzzy Sets and Systems 11: 229-241.
36- Van Ranst E., Tang H., Groenemans R., and Sinthurahat S. 1996. Application of fuzzy logic to land suitability evaluation for rubber production in peninsular Thailand. Geoderma 70: 1–19.
37- Wakley A., and Black I.A. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid method in soil analysis. Experimental Soil Science 79: 459-465.
38- Zabihi H., Ahmad A., Vogeler I., Norsaid M., Golmohammadi M., Golein B., and Nilash I.M. 2015. Land suitability procedure for sustainable citrus production, using the application of the analytical network process approach and GIS. Computers and Electronics in Agriculture 117: 114–126.

Journal of Water and Soil
Vol. 34, No. 4, Sept-Oct 2020, p. 921-932

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۹، ص. ۹۳۲-۹۲۱

Qualitative Land SuitabilityEvaluation for Date Palm (*Phoenix dactylifera* L. *cv* Kabkab) Cultivation in Fars Province

H. Dialami[1]- J. Givi[2]*
Received: 01-12-2019
Accepted: 26-07-2020

Introduction: This research aimed to evaluate the qualitative land suitability for irrigated cultivation of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L. *cv* Kabkab) using FAO (parametric -the second root formula) and Multi-criteria approaches. The FAO approach has been used by many scholars in different parts of the world and Iran for land suitability assessment. In this approach, the most commonly used method is the parametric method. The FAO approach uses Boolean logic to assess land suitability. This logic has been criticized by a number of land evaluation researchers. Because it does not take into account the continuous nature of the soil variations along the earth's surface and the uncertainty in the measurements. To overcome these shortcomings, the fuzzy analytical hierarchy process (FAHP) was presented to determine the land suitability classes. Land suitability should be determined based on a fuzzy analytical hierarchy process, in which, unlike the Boolean logic, unequal importance of different land characteristics and continuity of soil variations are considered.

Materials and Methods: The studied area is located in Kheshet and Komaroj plain, Kazerun County, Fars province, southwestern- Iran; between latitudes 29º 32´ and 29º 36´ N and longitudes 51º 20´ and 51º 22´ E. Its surface area is 5000 ha. The mean annual rainfall and temperature are 377mm and 23 °C, respectively. The soil temperature and moisture regimes are hyperthermic and xeric, respectively. The physiographic unit is river alluvial plain with a very gently sloping. The entire Kabkab date palm plantation of Fars Province is located in this plain. To fulfill the objectives 10 date palm groves, each with an area of at least 0.5 ha and palm date (Kabkab cultivar) cultivation, aged between 20 and 25 years, identical in soil management and vary soil characteristics were selected. A soil profile was dug randomly in each date palm grove, with dimensions of 1.5 (length), 1(width) and 1.5 (depth) meters and described, using soil profile description (Soil Survey Staff). Soil samples were collected from each horizon. After pre-treatments soil samples were analyzed and some physical and chemical characteristics were measured using standard laboratory methods. The profile site was chosen to have a date palm tree in each of the four corners of the profile. The yield of the four trees in four corners of each profile was measured and their average yield was considered as the yield of the corresponding profile. Meteorological data was collected for a period of 10 years from the nearest synoptic station (Kazerun). Land indices were calculated, using soil and climatic data and FAO (parametric-second root formula) and fuzzy AHP and AHP methods. Weighted average of the climatic and the soil data were used and a land index was calculated for each soil profile. In the fuzzy AHP and AHP methods, relative weight of each of the studied criteria was determined by analytical hierarchy analysis using a pair wise comparison matrix. In the fuzzy AHP method the membership degree for each soil and climatic criteria was determined through an appropriate membership function and finally, land suitability class for each soil profile was determined. Landscape characteristics such as slope, drainage and soil depth were not considered in the land evaluation, because these characteristics did not show any limitation for the date production in the studied area. Finally the accuracy of the methods was compared.

Results and Discussion: The results of qualitative land suitability evaluation based on FAO (parametric-second root formula) method showed that about 10 and 90 percent of the studied area were classified as S_2 and S_3, respectively. Based upon fuzzy AHP method, 100 percent of the studied area was classified as S_2 and according to AHP method about 90 and 10 percent of the studied area were in S_1 and S_2, respectively. According to the results, the suitability classes resulted from AHP method was higher than of the fuzzy AHP and FAO methods. Correlation coefficients between the measured yields and the calculated land indexes showed that the fuzzy AHP method results were more correlated to the measured yield than of the other two methods which indicated that the fuzzy AHP was the most appropriate method for land suitability assessment for Kabkab Date palm plantation compared to the FAO (parametric-second root formula) and AHP methods.

Conclusion: According to the results of this research, the fuzzy AHP was the most appropriate method for qualitative land suitability evaluation for Kabkab Date compared to the other two methods in Fars province, Iran.

1 and 2- Ph.D. Student and Associate Professor, Department of Soil Science, Shahrekord University, Shahrekord, Iran, respectively.
(*- Corresponding Auther Email: Javagivi@gmail.com)
DOI: 10.22067/jsw.v34i4.84162

Keywords: Date palm, Fars province, Land suitability